

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2001年9月27日 (27.09.2001)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/70373 A1

(51) 国際特許分類⁷: B01D 39/20, F01N 3/02 (74) 代理人: 渡邊一平 (WATANABE, Kazuhira); 〒111-0053 東京都台東区浅草橋3丁目20番18号 第8菊星タワービル3階 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP01/01955 (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(22) 国際出願日: 2001年3月13日 (13.03.2001) (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ヨーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ: 特願2000-84359 2000年3月24日 (24.03.2000) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本碍子株式会社 (NGK INSULATORS, LTD) [JP/JP]; 〒467-8530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 Aichi (JP).

(72) 発明者; および

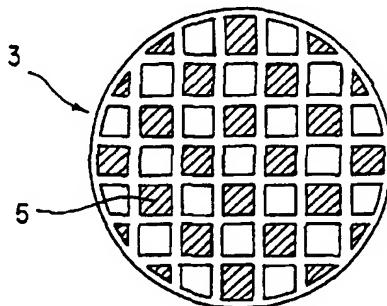
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 原田 節 (HARADA, Takashi) [JP/JP], 宮入由紀夫 (MIYAIRI, Yukio) [JP/JP]; 〒467-8530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP), 熊澤和彦 (KUMAZAWA, Kazuhiko) [JP/BE]; B-7331 ボウドワアルデアザリイス 1, エヌジーケイ セラミックス ヨーロッパ、エス.エ. Baudour (BE).

添付公開書類:
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: EXHAUST GAS PURIFYING FILTER

(54) 発明の名称: 排ガス浄化用フィルター



(57) Abstract: An exhaust gas purifying filter which uses as a filtering layer partition walls dividing through holes and formed by sealing one ends of specified through holes and the other ends of the remaining through holes of a honeycomb structure consisting of a porous ceramic material and having many through holes, wherein each partition wall has a thickness of up to 250 μ , a porosity of at least 40%, and an average pore diameter of 3-7 μ , and the volume of pores having a pore diameter of at least 10 μ accounts for up to 20% of the total pore volume. The filter can improve characteristics for trapping fine solid particles up to 0.08 μ in size without increasing a pressure loss.

WO 01/70373 A1

[統葉有]



(57) 要約:

多孔質セラミック材料よりなる多数の貫通孔を有するハニカム構造体の所定の貫通孔の一端部を目封じるとともに、残りの貫通孔の他端部を目封じすることにより、貫通孔を仕切る隔壁を濾過層とした排ガス浄化用フィルターにおいて、隔壁の厚みを250μm以下、気孔率を40%以上、平均細孔径を3～7μm、細孔径が10μm以上の細孔の容積を全細孔容積の20%以下とした。このフィルターによれば、圧力損失を上昇させることなく、0.08μm以下の細かい固体微粒子の捕集特性を向上させることができる。

明細書

排ガス浄化用フィルター

技術分野

本発明は、ディーゼルパティキュレートフィルターに代表される、排ガス中の固体微粒子（パティキュレート）を除去するために使用される排ガス浄化用フィルターに関するものである。

背景技術

従来、例えばディーゼルエンジンから排出される燃焼排ガスより炭素を主成分とする固体微粒子を除去するために、多孔質セラミック材料よりなる多数の貫通孔を有するハニカム構造体の所定の貫通孔の一端部を目封じるとともに、残りの貫通孔の他端部を目封じることにより、貫通孔を仕切る隔壁を濾過層とした排ガス浄化用フィルターが使用されている。

この種の排ガス浄化用フィルターにおいては、濾過層となるハニカム構造体の隔壁の厚み（壁厚）と気孔径（細孔径）との関係が、固体微粒子の捕集特性に大きく影響する。従来における一般的な排ガス浄化用フィルターの隔壁の気孔径は、その捕集する固体微粒子の特性から平均10～20μm程度とされ、壁厚は、圧力損失、強度等を考慮して300～1000μm程度とされていた。

従来の公知例として、特開昭56-129020号公報には、ハニカム形状の両端部を交互に目封じした、壁厚0.1～0.3mm、平均細孔径10μm、気孔率30～60%のセラミックハニカムフィルターが開示されているが、壁厚と気孔径の関係については記載されていない。また、特開昭63-185425号公報には、壁厚0.25～0.76mmのセラミックハニカムフィルターが開示されているが、これにも壁厚と気孔径の関係についての記載はない。

また、特開平5-124021号公報には、炭化珪素質ハニカムを冷媒槽中に押出すことにより、変形や歪みのない押出し成形を行う方法が開示されており、

この中で壁厚を0.2mmとする記載があるが、壁厚と気孔径の関係についての記載はない。更に、特開平9-202671号公報には、壁厚0.05~1.0mm、平均気孔径1~49μmの炭化珪素質ハニカムフィルターの製造方法が開示されているが、その実施例には、壁厚0.45mm、平均細孔径7μmという記載があるだけであり、これにもまた壁厚と気孔径の関係についての記載はない。

更にまた、SAE 950735には、平均細孔径7μmのコーチェライト質ハニカムフィルターの記載があるが、壁厚が430μmであり、圧力損失が高すぎるという問題があった。

近年のディーゼルエンジンの技術進歩、特に燃料の高噴射化によりディーゼルエンジンから排出される固体粒子の微粒化が進んでおり、細かい固体微粒子の捕集は大きな問題となっているが、前述のような従来のフィルターでは、ディーゼルエンジンから排出される固体粒子のうち、0.08μm以下の細かい固体微粒子が吹き抜けてしまうことが懸念される。

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、0.08μm以下の細かい固体微粒子の捕集特性に優れ、かつ圧力損失も上昇しないような排ガス浄化用フィルターを提供することにある。

発明の開示

本発明によれば、多孔質セラミック材料よりなる多数の貫通孔を有するハニカム構造体の所定の貫通孔の一端部を目封じするとともに、残りの貫通孔の他端部を目封じることにより、貫通孔を仕切る隔壁を濾過層とした排ガス浄化用フィルターにおいて、前記隔壁の厚みが250μm以下、気孔率が40%以上、平均細孔径が3~7μm、細孔径が10μm以上の細孔の容積が全細孔容積の20%以下であることを特徴とする排ガス浄化用フィルター、が提供される。

図面の簡単な説明

図1は、フィルター端面の目封じ状態を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の排ガス浄化用フィルターは、多孔質セラミック材料よりなる多数の貫通孔を有するハニカム構造体の所定の貫通孔の一端部を目封じるとともに、残りの貫通孔の他端部を目封じることにより、貫通孔を仕切る隔壁を濾過層としたものである。目封じは、従来公知のディーゼルパティキュレートフィルターと同様、その端面が市松模様状を呈するように、隣接する流通孔を互いに反対側となる一方の端部で交互に閉塞させることが好ましい。

このようなフィルターの一端面より排ガスを通気させると、固体微粒子を含む排ガスは、当該一端面側の端部が封じられていない貫通孔よりフィルター内部に流入し、多孔質の隔壁を通過して、フィルターの他端面側の端部が封じられていない他の貫通孔に入る。そして、この隔壁を通過する際に排ガス中の固体粒子が隔壁に捕捉され、固体粒子を除去された浄化後の排ガスがフィルターの他端面より排出される。

本発明のフィルターは、その特徴的な構成として、気孔率を40%以上、平均細孔径を3~7μmとし、また、細孔径が10μm以上の細孔の容積が全細孔容積の20%以下となるようにしている。このような構成とすることにより、0.08μm以下の細かい固体微粒子を効率よく捕集することができる。なお、平均細孔径を3~6μmとしたり、細孔径が10μm以上の細孔の容積が全細孔容積の10%以下となるようにしたりすると、0.08μm以下の細かい固体微粒子を更に効率よく捕集でき、好ましい。

また、本発明においては、濾過層となる隔壁の厚さ（壁厚）を250μm以下としており、これにより前記のような固体微粒子に対する優れた捕集特性を持たせながら、圧力損失の上昇を抑えることができる。なお、壁厚を150μm以下とすると、圧力損失を更に低下させることができ、好ましい。

本発明のフィルターの主体をなすハニカム構造体の構成材料としては、コージェライト、リン酸ジルコニアム、チタン酸アルミニウム、LAS及び炭化珪素よりなる群から選ばれた一種の材料が好ましい。コージェライト、リン酸ジルコニアム、チタン酸アルミニウム及びLASは熱膨脹率が低いため、これらよりなる

群から選ばれた一種の材料をハニカム構造体の構成材料として用いると、耐熱衝撃性に優れたフィルターが得られるからである。また、リン酸ジルコニウム、チタン酸アルミニウム及び炭化珪素をハニカム構造体の構成材料として使用した場合は、融点が高いため、耐熱性に優れたフィルターが得られる。ハニカム構造体の貫通孔（セル）の目封じに用いる目封じ材は、ハニカム構造体の構成材料と一致させると、両者の熱膨張率が一致するため好ましい。

以下、本発明を実施例に基づいて更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

（実施例 1～11 及び比較例 1～4）

コーチェライトの原料として、それぞれ表 1 に示すような平均粒径を有するタルク、カオリン、アルミナ、水酸化アルミニウム、シリカ及びグラファイトを同表に示す割合で配合し（グラファイトは外配）、これにバインダー、界面活性剤及び水を加えて混合し、押出し成形可能な坏土とした。次いで、この坏土を押出し成形法により、直径 144 mm、長さ 152 mm で、壁厚及びセル数が表 1 に示す値となるような構造のハニカム体に成形した。次に、図 1 のように、得られた成形体 3 のハニカム端面をハニカム本体と同材質の目封じ材 5 にて封止し、1420 °C で焼成した。こうして得られたフィルターの気孔率、平均細孔径、細孔径が 10 μm 以上である細孔の容積の全細孔容積に占める割合、初期圧力損失、及び 0.08 μm 以下の微粒子の捕集効率を測定し、その測定結果を表 1 に示した。

なお、気孔率、平均気孔径、及び細孔径が 10 μm 以上である細孔容積の全細孔容積に占める割合は、水銀圧入法の測定結果から求めた。また、初期圧力損失については、9 m³/m in の流量でフィルター前後の差圧を測定した。0.08 μm 以下の微粒子の捕集効率は低圧インパクター法により、フィルター前後の各分級粒子径毎の粒子濃度の差より求めた。

表1

No.	原料										構造					特性				
	タルク	カオリナイト	アルミニウム	水酸化アルミニウム	シリカ	グラファイト(外殻)	平均粒径 (μm)	割合 (wt%)	平均粒径 (μm)	割合 (wt%)	平均粒径 (μm)	割合 (wt%)	壁厚 (μm)	セル数 (個/cm ²)	気孔率 (%)	平均細孔径 (μm)	細孔の容積(%)	初期圧力 (kPa)	0.08 μm 以下 の微粒子の 捕集効率(%)	
1	5	40	4	10	4	16.5	2	16.5	5	17	40	22	250	31	52	6	15	1.7	87	
2	7	40	4	10	4	16.5	2	16.5	5	17	40	20	250	31	51	7	20	1.3	84	
3	5	40	4	10	4	16.5	2	16.5	5	17	40	4	250	31	41	6	16	5.1	88	
4	5	40	4	10	1.5	16.5	2	16.5	5	17	40	22	250	31	50	3	6	9.0	95	
5	5	40	4	10	2	16.5	2	16.5	5	17	40	20	250	31	49	4	10	54	92	
6	5	40	4	10	6	16.5	2	16.5	5	17	40	22	200	39	53	7	18	0.7	85	
7	5	40	4	10	4	16.5	2	16.5	5	17	40	20	150	47	50	7	20	0.5	83	
8	5	40	4	10	4	16.5	2	16.5	5	17	40	4	150	47	40	6	16	2.3	87	
9	5	40	4	10	2	16.5	2	16.5	5	17	40	22	150	47	50	4	10	1.9	92	
10	5	40	4	10	2	16.5	2	16.5	5	17	40	10	100	62	45	5	12	1.0	90	
11	5	40	4	10	1.5	16.5	2	16.5	5	17	40	10	100	62	45	2	8	2.9	93	
比	1	8	40	4	10	4	16.5	2	16.5	5	17	40	20	150	47	51	8	34	0.4	71
較	2	3	40	4	10	1.5	16.5	2	16.5	5	17	40	22	250	31	48	2	6	14.7	95
例	3	5	40	4	10	4	16.5	2	16.5	5	17	-	0	250	31	36	6	13	9.2	89
4	5	40	4	10	4	16.5	2	16.5	5	17	40	22	300	31	52	4	11	10.0	88	

(実施例 1 2 ~ 1 8 及び比較例 5 ~ 7)

それぞれ表 2 に示すような平均粒径を有する粗粒と微粒の α 型 SiC 原料を同表に示す割合で配合し、これにバインダー、界面活性剤及び水を加えて混合し、押し出し成形可能な坯土とした。次いで、この坯土を押し出し成形法により、直径 14.4 mm、長さ 15.2 mm で、壁厚及びセル数が表 2 に示す値となるような構造のハニカム体に成形した。次に、図 1 のように、得られた成形体 3 のハニカム端面をハニカム本体と同材質の目封じ材 5 にて封止し、大気雰囲気下にて 400 °C で脱脂後、Ar 雰囲気下にて表 2 に示す温度で焼成した。こうして得られたフィルターの気孔率、平均細孔径、細孔径が $10 \mu\text{m}$ 以上である細孔の容積の全細孔容積に占める割合、初期圧力損失、及び $0.08 \mu\text{m}$ 以下の微粒子の捕集効率を、前記実施例 1 ~ 11 及び比較例 1 ~ 4 と同様にして測定し、その測定結果を表 2 に示した。

表2

No.	原料			構造			特性				
	SiC粗粒 (μm)	SiC微粒 (wt%)	SiC微粒 割合 (μm)	焼成温度 ($^{\circ}\text{C}$)	壁厚 (μm)	セル数 (個/ cm^2)	気孔率 (%)	平均細孔径 (μm)	細孔径が 10 μm 以上の 割合(%)	初期圧力 (kPa)	0.08 μm 以下 の微粒子の 捕集効率(%)
実 施 例	12	9	80	0.8	20	2200	250	31	48	7	14
	13	8	80	0.8	20	2200	250	31	46	6	10
	14	8	80	0.8	20	2200	250	31	41	4	7
	15	5	80	0.4	20	2150	250	31	43	3	4
	16	8	70	0.4	30	2200	150	47	52	7	15
	17	5	70	0.4	30	2200	150	47	49	4	5
比 較 例	18	8	70	0.8	30	2200	100	62	50	6	12
	5	11	80	0.8	20	2200	150	47	51	8	24
	6	8	80	0.8	20	2100	250	31	38	5	7
	7	5	80	0.3	20	2200	300	31	47	4	4

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明によれば、圧力損失の上昇を抑制しつつ、0.08 μm 以下の細かい固体微粒子の捕集特性を向上させることができるので、本発明のフィルターは、ディーゼルパーティキュレートフィルター等の排ガス浄化用フィルターとして好適に使用することができる。

請 求 の 範 囲

1. 多孔質セラミック材料よりなる多数の貫通孔を有するハニカム構造体の所定の貫通孔の一端部を目封じるとともに、残りの貫通孔の他端部を目封じすることにより、貫通孔を仕切る隔壁を濾過層とした排ガス浄化用フィルターにおいて、

前記隔壁の厚みが $250 \mu\text{m}$ 以下、気孔率が 40 % 以上、平均細孔径が 3 ~ 7 μm 、細孔径が $10 \mu\text{m}$ 以上の細孔の容積が全細孔容積の 20 % 以下であることを特徴とする排ガス浄化用フィルター。

2. 前記隔壁の厚みが $150 \mu\text{m}$ 以下である請求項 1 記載の排ガス浄化用フィルター。

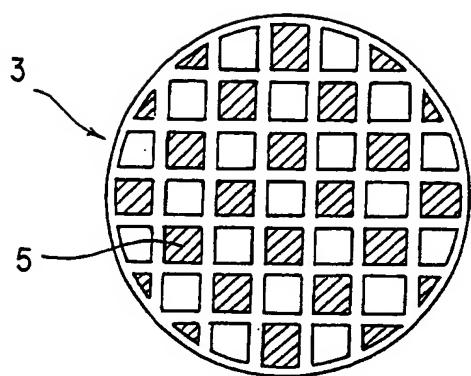
3. 平均細孔径が 3 ~ 6 μm である請求項 1 又は 2 に記載の排ガス浄化用フィルター。

4. 細孔径が $10 \mu\text{m}$ 以上の細孔の容積が全細孔容積の 10 % 以下である請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の排ガス浄化用フィルター。

5. 前記ハニカム構造体が、コーチェライト、リン酸ジルコニウム、チタン酸アルミニウム、LAS 及び炭化珪素よりなる群から選ばれた一種の材料からなる請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の排ガス浄化用フィルター。

1/1

図1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/01955

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B01D39/20, F01N3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B01D39/20, F01N3/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 WPI (DIALOG)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 9-29024, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 04 February, 1997 (04.02.97), Claims; Par. Nos. [0011] to [0051] & US, 5846276, A	1~5
Y	US, 5223318, A (Corning Incorporated.), 29 June, 1993 (29.06.93), tables 1,2 & EP, 470340, A1 & JP, 4-231387, A	1~5
Y	JP, 1-224282, A (Inax Corp.), 07 September, 1989 (07.09.89), Claims; page 2, lower left column, line 7 to page 4, upper right column, the last line; Fig. 1 (Family: none)	1~5
A	US, 5549725, A (NGK Insulators, Ltd.), 27 August, 1996 (27.08.96), tables 3,4 & EP, 661088, A1 & JP, 7-163822, A	1~5

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 06 June, 2001 (06.06.01)	Date of mailing of the international search report 12 June, 2001 (12.06.01)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/01955

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, 5545243, A (NGK Insulators, Ltd.), 13 August, 1996 (13.08.96), Full text & EP, 658363, A1 & JP, 7-163823, A	1~5
A	US, 5069697, A (NGK Insulators, Ltd.), 03 December, 1991 (03.12.91), Full text & EP, 354721, A2 & JP, 2-52015, A	1~5
A	JP, 5-23512, A (IBIDEN CO., LTD.), 02 February, 1993 (02.02.93), Par. Nos. [0005] to [0017] (Family: none)	1~5
A	EP, 834343, A1 (KABUSHIKIKAISHA TOYOTA CHUO KENKYUSHO), 30 September, 1997 (30.09.97), Full text & JP, 10-156118, A	1~5

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP01/01955

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C1' B01D39/20, F01N3/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C1' B01D39/20, F01N3/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2001年
日本国登録実用新案公報	1994-2001年
日本国実用新案登録公報	1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI (DIALOG)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 9-29024, A (松下電器産業株式会社) 4. 2月. 1 997 (04. 02. 97) 特許請求の範囲, 段落【0011】～ 【0051】 & US, 5846276, A	1～5
Y	US, 5223318, A (Corning Incorporated.) 29. 6月. 1993 (29. 06. 93) TABLE 1, 2 & EP, 470340, A1 & JP, 4-2313 87, A	1～5
Y	JP, 1-224282, A (株式会社イナックス) 7. 9月. 1	1～5

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 06. 06. 01	国際調査報告の発送日 12.06.01
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 新居田 知生 4Q 8618 電話番号 03-3581-1101 内線 6422

C(続き) 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
	989(07.09.89) 特許請求の範囲、第2頁左下欄第7行～第4頁右上欄最下行、第1図(ファミリーなし)	
A	US, 5549725, A (NGK Insulators, Ltd.) 27.8月. 1996 (27.08.96) TABLE 3, 4 & EP, 661088, A1 & JP, 7-163822, A	1～5
A	US, 5545243, A (NGK Insulators, Ltd.) 13.8月. 1996 (13.08.96) 全文 & EP, 658363, A1 & JP, 7-163823, A	1～5
A	US, 5069697, A (NGK Insulators, Ltd.) 3.12月. 1991 (03.12.91) 全文 & EP, 354721, A2 & JP, 2-52015, A	1～5
A	JP, 5-23512, A (イビデン株式会社) 2.2月. 1993 (02.02.93) 段落【0005】～【0017】(ファミリーなし)	1～5
A	EP, 834343, A1 (KABUSHIKIKAI SHA TOYOTA CHUO KENKYUSHO) 30.9月. 1997 (30.09.97) 全文 & JP, 10-156118, A	1～5